

居民收入与生活用能的碳排放 联合动态性研究

汝醒君 苏利阳*

摘要:本文基于马尔科夫链多步转移矩阵首先探索1994–2013年间我国30个地区的居民收入和生活用能碳排放联合动态演进路径,并对产生这种联合动态演进路径的原因进行解释,然后对各地区居民生活用能碳排放–收入的长期稳定状态进行预测,研究发现:高生活用能碳排放–高收入、中生活用能碳排放–高收入地区的状态最稳定,且高收入地区更倾向于保持原有的居民生活用能碳排放水平;中生活用能碳排放–低收入和中生活用能碳排放–中收入地区生活用能碳排放转移方向均具有双向性特征,但是两者向高生活用能碳排放状态转移的概率更大;高生活用能碳排放–低收入和高生活用能碳排放–中收入地区生活用能碳排放会保持在高排放状态或者向中生活用能碳排放状态转移。长期来看,中等收入地区更有可能稳定于中生活用能碳排放状态,高收入地区居民生活用能碳排放可能出现两极分化现象。

关键词:马尔科夫链;生活用能碳排放;居民收入;联合动态演进

随着中国经济快速发展、居民生活水平日益提升,我国居民生活用能以及生活用能碳排放量日益增加。据《中国统计年鉴》数据显示,2000–2013年间我国居民生活用能总量增长了1.73倍,年均增长率为8.02%。发达国家居民生活用能占总能源消费比重一般高于20%(陈利顺,2009),而2013年我国该比重仅为10.92%,因此我国居民生活用能总量仍存在巨大增长潜力。作为能源消耗和碳排放的重要来源,居民生活用能消费和碳排放应该是当前节能减排工作的重点关注领域(Wei et al.,2007)。

*汝醒君,杭州电子科技大学管理学院,邮政编码:310018,电子信箱:rxj1986@163.com;苏利阳,中国科学院科技政策与管理科学研究所,邮政编码:100190,电子信箱:suliyang@casipm.ac.cn。

本文是浙江省哲学社会科学规划重点课题“基于消费行为视角的区域性碳排放测定及演化机理研究:以浙江省为例”(16NDJC002Z)、杭州电子科技大学“管理科学与工程”浙江省高校人文社科重点研究基地项目“雾霾治理背景下的浙江城市居民PM_{2.5}减排行为影响因素与形成机理研究”(ZD07–201603)的阶段性成果。感谢匿名审稿人提出的宝贵意见。文责自负。

一、文献综述

正确认识居民生活用能碳排放的关键影响因素是实现有效减排的前提,目前学术界已对该问题进行了大量理论与实证研究,研究结果显示:生活用能碳排放是多种因素共同作用的结果,主要影响因素包括居民收入水平、能源结构、人口规模、技术发展水平等(Feng et al., 2011; 冯玲等, 2011; 贺仁飞等, 2012; 汪东等, 2012; 汪臻、汝醒君, 2015; 陈诗一、陈登科, 2016)。居民收入水平对居民生活用能碳排放存在显著的正向影响效益(Feng et al., 2011; 岳婷、龙如银, 2014; 曲建升等, 2014)。不同收入水平的居民所关注的生活用能消费重点不同,如满足基本生活需求、追求更舒适的生活、增加生活娱乐项目等,因此他们会呈现出不同的生活能源消费特征(Feng et al., 2011)。还有一些研究从区域发展视角探讨区域经济发展与碳排放的关系,这些研究一致认为区域经济发展对碳排放具有显著影响,由于资源禀赋、经济基础、能源效率与产业结构等因素差异,碳排放存在明显的区域差异性(谭丹、黄金贤, 2008; 张雷等, 2010; 赵云泰等, 2011),但也存在一定的空间相关性(徐英夕, 2013; 陈志建等, 2015)。

目前,关于中国居民生活用能碳排放的研究大多关注两个方面,一方面是上文描述的生活用能碳排放影响因素识别;另一方面是基于区域发展视角的省域生活能源消费结构和人均生活用能的空间差异性及相关性研究(李艳梅、张雷, 2008; 王妍、石敏俊, 2009; 岳婷、龙如银, 2014),少有研究从区域发展视角对各地区居民收入水平和生活用能碳排放进行联合性动态分析。本文将借助于Markov链描述居民收入与生活用能碳排放关系的联合动态转移机制,并着重回答以下问题:既然居民收入和生活用能碳排放之间具有正向关系,那么,在居民收入水平变化的过程中生活用能碳排放是如何动态变化的?生活用能碳排放与居民收入达到峰值之后,二者之间的关系是否会趋于稳定?如果趋于稳定的话,这种最终稳定关系是怎样的?

二、理论模型和变量说明

(一)理论模型:Markov链

如果在任意时刻,随机过程 X_t 都可以以固定概率 P_{ij} 从所处状态 i 转移到状态 j ,也就是说,对于状态空间中所有的状态 $i_0, i_1, i_2, \dots, i_n$, 有 $P\{X_{n+1}=j | X_n=i_n, \dots, X_1=i_1, X_0=i_0\}=P_{ij}$, 可以称该随机过程为马尔科夫(Markov)链。在Markov链中,假设系统状态在 t 时刻为 E_n , 则在 y 时刻 ($y>t$) 的系统状态只与 t 时刻的系统状态 E_n 有关。由初始状态 i 转移到状态 j 的概率 P_{ij} 叫状态转移概率。假设多步转移矩阵 P_{ij}^n ($n>1$) 的概率是 $P_{ij}^n = P\{X_{m+n}=j | X_m=i\}$, 那么多步转移概率为:

$$P_{ij}^{n+m} = \sum_{k=0}^{\infty} P_{ik}^n P_{kj}^m \quad (n, m > 0) \quad (1)$$

通过 Markov 链多步转移概率可以预测某一经济现象未来最可能出现的状态。

(二)变量说明及数据来源

本文选择 1994—2013 年作为目标研究年份,其中居民收入指标以地区居民可支配收入作为代理变量,该数据来源于相应年份的《中国统计年鉴》。居民生活用能碳排放量根据相应年份的《中国能源统计年鉴》中各地区的 5 大类生活能源(煤炭、石油、天然气、热力和电力)的消费量乘以各自的碳排放系数计算获得,煤炭、石油、天然气的碳排放系数参考 IPCC 温室气体清单指南。需要注意的是:电力和热力作为二次能源消费,针对两者的碳排放量计算应该区分能源生产、转换与终端消费过程中所包含的化石能源消耗。2013 年我国以燃煤为主的火力发电占总发电量的 80.4%,在电力生产过程中消耗了大量煤、石油、天然气等一次能源,因此,本文将参考汪臻(2012)的电力和热力碳排放系数估算方法对各地区目标年份的碳排放系数进行估算。

三、居民收入与生活用能碳排放联合动态关系研究

(一)定义状态空间

本文中各地区所处的状态类型将由居民收入和居民生活用能碳排放水平共同表征,因此,首先要对居民收入和居民生活用能碳排放两个属性状态进行划分。依据田成诗和元伟(2014)提出的划分方法,本文将居民收入和居民生活用能碳排放分别划分为高、中、低三个等级,分别为:大于全国平均水平 125%的地区、处于全国平均水平的 75%—125%之间的地区、小于全国平均水平的 75%的地区。由此得到生活用能碳排放—收入水平的 9 种状态 S1—S9^①。

(二)估计转移矩阵

在 Markov 链中状态转移矩阵要求经济变量具有稳定的发展趋势,即要求具有遍历性。通过观察《中国统计年鉴》中 1994—2013 年间中国各地区居民可支配收入,发现该时期内各地区居民收入水平持续稳定增长,基本满足 Markov 链的遍历性要求。因此,可以以离散随机过程模拟居民生活用能碳排放—收入的动态变化过程,实际上,该模型中的生活用能碳排放—收入水平状态演变是一个满足二变量状态空间的 Markov 链。

求各状态的转移概率是进行 Markov 链分析的关键,可以用最大似然法估计两个状态间的转移概率。在对中国 30 个地区(不包含港、澳、台和西藏地区)进行状态分类后,可通过下式获得状态转移概率:

$$P_{ij} = X_{ij} / X_i \quad (2)$$

其中, X_i 是处于转移开始状态 i 的地区数量, X_{ij} 是状态 i 转移到状态 j 的地区数量。

^①分别为:低碳排放—低收入 S1、低碳排放—中收入 S2、低碳排放—高收入 S3、中碳排放—低收入 S4、中碳排放—中收入 S5、中碳排放—高收入 S6、高碳排放—低收入 S7、高碳排放—中收入 S8、高碳排放—高收入 S9。

对中国30个地区1994-2013年的居民生活用能碳排放-收入进行逐年分类,发现各类居民生活用能碳排放-收入在有些相邻年份基本没有变化,因此本文仅选取有显著居民生活用能碳排放-收入状态移动的年份作为观察各地区居民收入与生活用能联合动态分析的基础,这些年份分别为:1994、1997、2002、2007和2013年。

根据状态划分标准可以将1997年中国各地区状态划分如下:低生活用能碳排放-低收入地区有4个,分别为安徽、广西、江西和重庆;低生活用能碳排放-中收入地区有2个,分别是海南和山东;低生活用能碳排放-高收入有3个,分别为福建、江苏和浙江;中生活用能碳排放-低收入有6个,分别为河南、湖南、内蒙古、山西、四川和云南;中生活用能碳排放-中收入有3个,分别为黑龙江、湖北和吉林;中生活用能碳排放-高收入有1个,为广东;高生活用能碳排放-低收入有5个,分别为甘肃、贵州、宁夏、青海和山西;高生活用能碳排放-中收入有2个,分别为河北和新疆;高生活用能碳排放-高收入有4个,分别为北京、辽宁、上海和天津。

各地区2002年的状态如下:低生活用能碳排放-低收入地区有2个,分别为广西和江西;低生活用能碳排放-中收入地区有2个,分别是海南和湖南;低生活用能碳排放-高收入有3个,分别为江苏、山东和浙江;中生活用能碳排放-低收入有5个,分别为安徽、河南、陕西、四川和云南;中生活用能碳排放-中收入有4个,分别为黑龙江、吉林、内蒙古和重庆;中生活用能碳排放-高收入有2个,为福建和广东;高生活用能碳排放-低收入有5个,分别为甘肃、贵州、宁夏、青海和山西;高生活用能碳排放-中收入有3个,分别为河北、湖北和新疆;高生活用能碳排放-高收入有4个,分别为北京、辽宁、上海和天津。由式(1)和式(2)得到1997-2002年的一步状态转移矩阵如表1所示:

表1 1997-2002年居民生活用能碳排放-收入一步状态转移矩阵

状态	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
S1	1/2	0	0	1/4	1/4	0	0	0	0
S2	0	1/2	1/2	0	0	0	0	0	0
S3	0	0	2/3	0	0	1/3	0	0	0
S4	0	0	1/6	2/3	0	0	0	1/6	0
S5	0	0	0	0	2/3	0	0	1/3	0
S6	0	0	0	0	0	1	0	0	0
S7	0	0	0	0	0	0	1	0	0
S8	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	1

(三) 结果分析

依据同样的方法,分别对30个地区1994、1997、2002、2007和2013年的居民可支配收入及生活用能碳排放进行状态分组,根据分组情况及各地区的状态变化,得到类似于表1的4个状

态转移矩阵(分别为:1994-1997、1997-2002、2002-2007、2007-2013),然后把各转移矩阵依次相乘,就得到1994年到2013年的多步转移矩阵,如表2所示。

表2 1994-2013年居民生活用能碳排放-收入多步状态转移矩阵

状态	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
S1	0.188	0.203	0	0.139	0.339	0.042	0	0.069	0.021
S2	0.083	0.133	0	0.096	0.235	0.356	0	0.075	0.022
S3	0.013	0.009	0	0	0.028	0.950	0	0	0
S4	0	0.148	0	0.148	0.225	0.278	0	0.154	0.046
S5	0	0.130	0	0	0.469	0	0	0.309	0.093
S6	0	0	0	0	0	1	0	0	0
S7	0	0.111	0	0.222	0.111	0.000	0.333	0.222	0
S8	0	0.083	0	0.099	0.245	0.046	0.111	0.336	0.079
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	1

为了便于分析,我们基于不同收入水平下的状态转移情况将状态转移矩阵划分为三个模块,其中,表2的横行代表初始状态,列栏代表最终状态。假设表2的第1-3行为模块A,第4-6行为模块B,第7-9行为模块C。由表2得到如下结论:

(1)高生活用能碳排放-高收入、中生活用能碳排放-高收入地区的状态最稳定。状态转移矩阵对角线上的值表示某类地区1994-2013年的生活用能碳排放-收入状态保持不变的概率。由数值可见,保持高生活用能碳排放-高收入和中生活用能碳排放-高收入状态的概率最大。也就是说,我国处于高生活用能碳排放-高收入和中生活用能碳排放-高收入状态中的地区收入与居民生活用能碳排放状态最不易发生转移,这些地区的收入水平和居民生活用能碳排放水平将在很长一段时间里保持在该状态,居民更愿意为选择舒适的生活方式(如热水、供暖、供热等)付出代价(如购买空调、取暖器等,并增加这些高耗能电器的使用频率)。需要注意的是,高收入地区居民更倾向于使用清洁高效的生活能源(如电力和天然气等),这些能源消耗数据可以通过各种途径获取,而低收入地区城市化率相对较低,还有大量的居民生活在农村,这些居民生活用能可能更多的来自于低效高污染的生物质能,但是由于居民消费能源统计数据中未包含生物质能使用量,因此造成了目前高收入地区居民生活用能长期处于高碳排放状态的判断。

(2)低居民生活用能碳排放地区随着收入水平的提高其居民生活用能碳排放水平也会发生变化。模块A为低居民生活用能碳排放地区的状态转移概率,由模块A可知,低生活用能碳排放-低收入地区继续停留在低生活用能碳排放状态的概率为0.391(0.188+0.203+0)。处于高收入和中收入状态的低生活用能碳排放地区仍旧保持低消费排放水平的概率较小:低生活用能碳排放-中收入地区继续停留在低消费排放状态的概率为0.216(0.083+0.133+0),低生活用

能碳排放 - 高收入地区继续停留在低消费排放状态的概率为 $0.022(0.013+0.09+0)$ 。

低生活用能碳排放地区可能转移进入中生活用能碳排放状态,甚至呈现跳跃式发展直接进入高生活用能碳排放状态。在排除状态不变的情况下,低生活用能碳排放 - 高收入地区转移向中生活用能碳排放状态的概率为 0.978 ,这说明对于高收入地区而言,低生活用能碳排放仅是一个短暂的过渡状态,高收入地区必然会向中生活用能碳排放状态转移。低生活用能碳排放 - 中收入地区进入中生活用能碳排放状态和高生活用能碳排放状态的概率分别为 $0.687(0.096+0.235+0.356)$ 和 $0.097(0+0.075+0.022)$,这说明中等收入地区居民的生活能源需求和碳排放潜力很大,更有可能向中、高生活用能碳排放状态转移。低生活用能碳排放 - 低收入地区进入中生活用能碳排放状态和高生活用能碳排放状态的概率分别为 $0.520(0.139+0.339+0.042)$ 和 $0.090(0+0.069+0.021)$ 。

(3)模块B中的中生活用能碳排放-低收入和中生活用能碳排放-中收入地区生活用能碳排放转移方向均具有双向性特征,但是两者向高生活用能碳排放状态转移的概率更大。对于中生活用能碳排放-低收入地区而言,其向高生活用能碳排放状态转移的概率为 0.201 ,向低生活用能碳排放状态的转移概率为 0.148 ;对于中生活用能碳排放-中收入地区而言,一方面该地区可能以 0.130 的概率向低生活用能碳排放状态转移,但是该地区更倾向于向高生活用能碳排放状态转移,转移概率为 $0.399(0+0.309+0.093)$,这说明居民生活水平的提高会带来居民对生活能源需求量的大幅增长以及大量的碳排放,中、低收入地区的居民生活能源需求和碳排放潜力很大。

(4)模块C中的高生活用能碳排放-低收入和高生活用能碳排放-中收入地区生活用能碳排放保持在高排放状态的概率分别为 0.556 和 0.526 ,他们也存在向中、低生活用能碳排放状态转移的可能性,但是这两个区域向相邻的中生活用能碳排放状态转移的概率要远大于跨越式状态转移的概率。其中,高生活用能碳排放-低收入地区向中生活用能碳排放状态和低生活用能碳排放状态转移的概率分别为 0.333 和 0.111 ;高生活用能碳排放-中收入地区向中生活用能碳排放状态和低生活用能碳排放状态转移的概率分别为 0.390 和 0.083 。这说明,随着社会经济的发展,高生活用能碳排放-低收入地区居民逐步转变生活用能习惯,例如从使用传统的生物燃料(如秸秆等)向更清洁高效的煤炭、天然气和电力能源转变,使得该地区向中生活用能碳排放状态转移;此外,高生活用能碳排放-中收入地区居民拥有更宽裕的资金条件,他们更有能力并可能更愿意尝试改变生活用能结构(如从煤炭转向更清洁高效的天然气和电力)和使用更加节能环保的日常生活电器。

(5)高收入地区更倾向于保持原有的居民生活用能碳排放水平,这些地区经济水平的持续增长将会带来更多的居民生活用能碳排放。值得注意的是,低生活用能碳排放-高收入地区维持原始状态的概率为 0 ,在收入水平不变的前提下,该地区向中生活用能碳排放状态转移的概

率为0.95,这说明该地区居民仍有很大的生活能源消费和碳排放潜力。

(四) 低生活用能碳排放-低收入地区的典型演进路径

本文中的演进路径是指居民收入保持增长,生活用能碳排放量的最可能变化规律,而不考虑收入不变或降低的情况。通过比较状态转移矩阵中概率的大小可以发现,低生活用能碳排放-低收入地区最有可能的演进路径为:以0.339的概率进入到中生活用能碳排放-中收入状态,转移到此状态的概率最大。中生活用能碳排放-中收入状态又以0.309的概率进入高生活用能碳排放-中收入状态,最后高生活用能碳排放-中收入状态以0.336的概率停留在原状态或者以0.079的概率进入高生活用能碳排放-高收入状态。

上述状态转移规律又可表述如下:处于生活用能碳排放、收入双低地区的居民随着生活水平的提高,使得其对生活用能和生活用能碳排放的需求逐步释放,进入中生活用能碳排放-中收入状态;当收入水平进一步提高时,一方面人们为了追求更舒适的生活享受,对生活用能需求增加,另一方面可能会出现生活能源消费结构升级和生活用能模式改变,但是人们对于生活能源消费种类的改变以及对于新的清洁高效能源消费模式的适应需要一个过程,也就是说,生活能源结构升级和能源消费模式转移速度远低于人们对生活用能需求增加的速度,此时进入高生活用能碳排放-中收入状态;随着收入水平的继续提高,人们不仅仅满足于基本的生活需求,而是追求娱乐和更高质量的生活享受,这使得家庭电器的种类和数量增加、使用高耗能家电的频率增加,进而导致生活能源消费量增加,此时进入了高生活用能碳排放-高收入状态。由于目前国内对生活消费领域的节能减排关注度有限,大部分普通居民还未意识到在日常生活中减少碳排放的重要性,因此高生活用能碳排放-高收入状态将会持续很长时间。总的来说,最初的低生活用能碳排放地区随着收入水平上升,居民生活用能碳排放将逐步增加。

四、居民生活用能碳排放-收入状态预测

Markov链还可以用来预测地区居民生活用能碳排放-收入长期稳定的平衡状态。在保持当前消费习惯不变的前提下,我们假设平衡状态下各居民生活用能碳排放-收入状态的地区百分比为 X_i , i 分别代表上文中假定的各类基准状态, $i=1, 2, 3, \dots, 9$ 。由表2的转移矩阵可得到以下方程组:

$$\begin{cases} 0.188 X_1 + 0.203 X_2 + 0.139 X_4 + 0.339 X_5 + 0.042 X_6 + 0.069 X_8 + 0.021 X_9 = X_1 \\ 0.083 X_1 + 0.133 X_2 + 0.096 X_4 + 0.235 X_5 + 0.356 X_6 + 0.075 X_8 + 0.022 X_9 = X_2 \\ 0.013 X_1 + 0.009 X_2 + 0.028 X_5 + 0.950 X_6 = X_3 \\ 0.148 X_2 + 0.148 X_4 + 0.225 X_5 + 0.278 X_6 + 0.154 X_8 + 0.046 X_9 = X_4 \\ 0.130 X_2 + 0.469 X_5 + 0.309 X_8 + 0.093 X_9 = X_5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_6 = X_6 \\ 0.111 X_2 + 0.222 X_4 + 0.111 X_5 + 0.333 X_7 + 0.222 X_8 = X_7 \\ 0.083 X_2 + 0.099 X_4 + 0.245 X_5 + 0.046 X_6 + 0.111 X_7 + 0.336 X_8 + 0.079 X_9 = X_8 \\ X_9 = X_9 \\ \sum_{i=1}^9 X_i = 1 \end{cases}$$

根据以上方程组可求得近似解:

$$(X_1, X_2, \dots, X_9) = (0.0715, 0.0518, 0.1844, 0.0598, 0.0954, 0.2226, 0.0638, 0.0842, 0.1625)$$

这组近似解可用来表征按目前发展趋势的最终平衡状态下各生活用能碳排放-收入状态的地区比重。其中低生活用能碳排放-中收入所占比例最低,为0.0518,从长期发展来看,中等收入地区更有可能稳定于中生活用能碳排放状态,概率为0.0954。中生活用能碳排放-高收入所占比例最高,为0.2226,这说明,在长期的发展过程中,高收入但生活用能碳排放量不高将是更加稳定的状态,这也是各地方政府及居民的环境保护意识逐步增强的结果。长期而言,多数地方政府和居民都不会容许片面追求经济高速发展而毫无节制地破坏环境。需要注意的是,低生活用能碳排放-高收入和高生活用能碳排放-高收入所占比例较大,分别为0.1844和0.1626,这一方面说明长期而言,通过引导各地区居民使用清洁、高效、低碳排放的能源,选择低碳环保的生活方式等手段可以做到地区经济繁荣发展的同时居民生活用能碳排放的下降;另一方面,也提示我们要更加关注各地区向高收入俱乐部迈进过程中的居民生活用能碳排放问题,也就是说,要重点关注有可能达到高收入水平的潜在地区以及已经实现高收入地区的居民生活用能状况,积极引导这些地区居民生活用能结构升级以及生活用能方式的改进,尽量使这些地区在经济发展的同时向低碳生活转型。

五、结论与启示

本文基于马尔科夫链多步转移矩阵深入观察了1994-2013年间我国30个地区的居民收入和生活用能碳排放联合动态演进状况。主要结论如下:(1)高生活用能碳排放-高收入、中生活用能碳排放-高收入地区的状态最稳定;(2)中生活用能碳排放-低收入和中生活用能碳排放-中收入地区生活用能碳排放转移方向均具有双向性特征,但是两者向高生活用能碳排放状态转移的概率更大;(3)高生活用能碳排放-低收入和高生活用能碳排放-中收入地区生活用能碳排放会保持在高排放状态或者向中生活用能碳排放状态转移;(4)高收入地区更倾向于保持原有的居民生活用能碳排放水平。进一步使用Markov链预测各地区居民生活用能碳排放-收入的长期稳定的平衡状态,发现:从长期发展来看,中等收入地区更有可能稳定于中生活用能碳排放状态,高收入地区居民生活用能碳排放可能出现两极分化现象。大量研究表明,提高居民环保和绿色消费意识,改善居民生活能源消费结构,转变居民生活用能习惯都是实现居民生活

碳减排的有效手段。随着社会进步与经济发展,居民生活水平逐步提高、消费能力日益增长,如何避免“高收入-高生活用能碳排放”陷阱,如何引导中、高收入地区居民接受和采取绿色低碳的生活方式,以及如何在低收入地区居民提高生活水平、享受更加舒适生活的过程中推广低碳节能产品,都将是各级政府制定绿色环保政策应该考虑的重点。

参考文献:

- [1] 陈利顺. 城市居民能源消费行为研究[D]. 大连:大连理工大学, 2009.
- [2] 陈志建, 王铮, 孙翊. 中国区域人均碳排放的空间格局演变及俱乐部收敛分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, (4): 5-10.
- [3] 陈诗一, 陈登科. 能源结构、雾霾治理与可持续发展[J]. 环境经济研究, 2016, 1(1): 59-75.
- [4] 冯玲, 齐涛, 赵千钧. 城镇居民生活能耗与碳排放动态特征分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(5): 93-100.
- [5] 贺仁飞, 牛叔文, 贾艳琴, 张馨, 丁永霞. 人均生活能源消费、收入和碳排放的面板数据分析[J]. 资源科学, 2012, 34(6): 1142-1151.
- [6] 李艳梅, 张雷. 中国居民间接生活能源消费的结构分解分析[J]. 资源科学, 2008, 30(6): 890-895.
- [7] 曲建升, 刘莉娜, 曾静静, 张志强, 王莉, 王勤花. 中国城乡居民生活碳排放驱动因素分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(8): 33-41.
- [8] 谭丹, 黄贤金. 我国东、中、西部地区经济发展与碳排放的关联分析及比较[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(3): 54-57.
- [9] 田成诗, 元伟. 中国地区收入与二氧化碳排放的联合动态性研究[J]. 统计研究, 2014, (8): 31-38.
- [10] 汪东, 汲奕君, 田丽丽, 朱坦. 中国居民生活能源消费 CO₂ 排放的影响因素研究[J]. 环境污染与防治, 2012, 34(4): 101-105.
- [11] 王妍, 石敏俊. 中国城镇居民生活消费诱发的完全能源消耗[J]. 资源科学, 2009, (12): 1093-2001.
- [12] 汪臻, 汝醒君. 基于指数分解的居民生活用能碳排放影响因素研究[J]. 生态经济, 2015, 31(4): 55-60.
- [13] 汪臻. 中国居民消费碳排放的测算及影响因素研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2012.
- [14] 徐英夕. 我国能源碳排放的空间差异及低碳发展路径研究[J]. 江西农业学报, 2013, (2): 140-146.
- [15] 岳婷, 龙如银. 中国省域生活能源碳排放空间计量分析[J]. 北京理工大学学报: 社会科学版, 2014, 16(2): 40-46.
- [16] 张雷, 黄园渐, 李艳梅, 程晓凌. 中国碳排放区域格局变化与减排途径分析[J]. 资源科学, 2010, 32(2): 211-217.
- [17] 赵云泰, 黄贤金, 钟太洋, 彭佳雯. 1999-2007年中国能源消费碳排放强度空间演变特征[J]. 环境科学, 2011, 32(11): 3145-3152.
- [18] Feng, Z.H., L.L.Zou, and Y.M.Wei. The Impact of Household Consumption on Energy Use and CO₂ Emissions in China[J]. Energy, 2011, 36(1): 656-670.
- [19] Wei, Y.M., L.C.Liu, and Y.Fan. The Impact of Lifestyle on Energy Use and CO₂ Emission: An Empirical Analysis of China's Residents[J]. Energy Policy, 2007, 35(1): 247-257.

The Dynamic Characteristics between Residential Carbon Emissions and Household Income

Ru Xingjun^a and Su Liyang^b

(a: Department of Management, Hangzhou Dianzi University;

b: Institute of Policy and Management, Chinese Academy of Science)

Abstract: This paper based on Markov chain transition matrix explore dynamic evolution path between residential carbon emissions and household income in 30 regions of China in 1994–2013, and has carried on the explanation of the combined dynamic evolution path. We predict stable equilibrium state between residential carbon emissions and household income in the long-term, we found that high residential energy carbon emissions – high income and middle residential energy carbon emissions – high income areas are the most stable, these areas tend to maintain the original level of residential energy carbon emissions; middle residential energy carbon emissions – low income and middle residential energy carbon emissions – middle income areas’ transfer bidirectional characteristic; high residential energy carbon emissions–low income and high residential energy carbon emissions – middle income areas will stay in high residential energy carbon emissions level or transfer to middle residential energy carbon emissions state. In the long term, the middle-income areas are more likely to be stable in the middle residential energy carbon emissions state, residential energy carbon emissions level of high income areas are more likely to face polarization phenomenon.

Keywords: Markov Chain; Residential Carbon Emissions; Household Income; Dynamic Evolution Path

JEL Classification: P48, Q43, Q56

(责任编辑:卢玲)